



MOVIMENTO MAKER: OS LABS E O CONTEXTO DA EDUCAÇÃO

Kevin Silva

Clarissa Stefani Teixeira

1. Introdução

As práticas de ensino e aprendizagem vivenciadas diariamente tanto em ambientes formais de ensino, como escolas, ou informais estão entre as atividades mais antigas do mundo. De acordo com Blikstein (2013), um professor do século XVI teria pouco trabalho para se adaptar às práticas de ensino atuais – apesar do grande esforço que faria para compreender nossos avanços no conhecimento. Embora seja um discurso forte, é fácil entender seu motivo: a forma de educar e ensinar nas escolas pouco mudou. O autor ainda cita que os métodos de ensino há séculos atrás eram baseados em memorização e em procedimentos teóricos, fatores que ainda nos dias atuais ainda são vistos e muito presentes principalmente nos métodos de aprendizagem, seja no escolar ou nos níveis superiores.

Entretanto, em diversos aspectos, o ensino melhorou. Os avanços tecnológicos, as pesquisas sociais, os avanços científicos e renovação dos processos, por exemplo, passaram a possibilitar um ensino em grande escala e facilitaram as possibilidades em sala de aula. Porém, conforme aborda Blikstein (2013), ainda é preciso inovar, sair do lugar comum e estabelecer novas fórmulas para aprimorar o crescimento intelectual e cultural dos estudantes, sejam eles de qualquer idade. Para Nunes et. al. (2015) a inovação educacional é a ação pedagógica estruturada relativamente nova, que promove melhorias no processo de ensino-aprendizagem, considerando os diferentes contextos escolares, os interesses e necessidades dos alunos. Inovações, portanto, na educação são muito valiosas, visto que a base de um futuro próspero se encontra ali.

Autores como Moran (2013) indicam que, para a inovação na educação, os espaços de aprendizagem devem ser considerados. Kotujansky et. al. (2015) indicam que estes espaços são criativos e permeiam soluções para prototipação,

experimentação, jogos digitais, interação e autoria e simuladores. Para os mesmos autores, os espaços criativos proporcionam soluções que exploram a capacidade criativa dos alunos em um ambiente inovador que une elementos digitais e concretos para permitir experimentação e invenção.

Atualmente, os ambientes para prototipação do tipo "*do it yourself*" (MIKHAK et. al., 2002) estão em voga e são discutidos pela literatura. Para Gershenfeld (2005) com a próxima revolução digital pautada na fabricação digital pessoal, ambientes que proporcionem ações ligadas aos processos de criação e desenvolvimento poderão ser diferenciais na educação, pois permitem desenvolver e realizar projetos pessoais. Neste âmbito, os Laboratórios de Fabricação (Fab Labs) apresentam potencial para as práticas em educação. Blikstein e Krannich (2013) consideram que na educação estes ambientes já estão presentes, em âmbito internacional, e alunos e professores são beneficiados. Desta forma, o presente estudo buscou identificar as diretrizes que moldam e padronizam os Fab Labs e como estes espaços estão influenciando a educação mundial.

2 Os Fab Labs: Conceitos Gerais

Desde 2001, nos Estados Unidos, vem sendo observado um movimento de experimentação e prototipação – os chamados *Fabrication Laboratory* (Fab Labs). Os Fab Labs são ligados ao *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) e fazem parte do *Center for Bits and Atoms* (CBA). Hoje, estes ambientes são presentes na maioria dos países (MIT – FABLAB, 2016) e segundo informações da *Fab Foundation* (2016) chegam a 676 em todo o mundo. A Figura 1 ilustra os Fab Labs no mundo.

Figura 1 – Fab Labs no mundo.



Fonte: <<https://www.fablabs.io/map>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

A ideia do Fab Lab foi concebida pelo professor Dr. Neil Gershenfeld, do MIT, quando criou um centro laboratorial para pesquisas sobre capacidades computacionais inerentes à sistemas e dispositivos físicos. Tratando-se de um programa de alcance interdisciplinar, o MIT deu suporte à ideia de Gershenfeld e patrocinou a criação de alguns outros laboratórios desse tipo. Apesar de estar fundamentada em um propósito razoavelmente específico, a ideia do laboratório foi expandida, pois os Fab Labs que primeiro foram instalados em regiões mais extremas como a Noruega e a Índia, tiveram rapidamente que se adaptar às necessidades de pesquisa dessas regiões. Assim, a partir das diferentes demandas surgiu a ideia de oferecer as comunidades – em que os Fab Labs estão inseridos – o suporte e os materiais para suprir as necessidades de produção local. Hoje, o principal país com presença de Fab Labs ainda é os Estados Unidos, com 118, seguido da França com 82 e Itália com 65 (MIT FABLAB, 2016).

Além de ambientes que propulsionam a inovação, segundo Mikhak et. al., (2002) os Fab Labs auxiliam a comunidade com pequenas produções, representando assim uma nova forma de compartilhamento de conhecimentos. Além disso, os mesmos autores indicam que além da infraestrutura disponível a presença da equipe familiarizada com a singularidade de cada um dos equipamentos é fundamental para levar os usuários dos Fab Labs a uma verdadeira experiência.

A respeito do surgimento de Fab Labs fora do ambiente do MIT, autores como Denisco (2013) indica que diversas comunidades e universidades de vários países começaram a perceber que a ideia poderia ser proveitosa. Essa percepção fez com que surgissem outros laboratórios ao redor do mundo. A ideia é que, hoje, os Fab Labs sejam mecanismos de auxílio para o desenvolvimento de novas soluções e novas tecnologias a comunidades que delas necessitem. Além disso, pode-se dizer que a partir daí as comunidades possam criar seus próprios recursos e se tornem autossuficientes. De maneira geral, indica-se que além do impacto científico haja um alto impacto social.

Como exemplo dessas questões, no Brasil foi criado um Fab Lab flutuante que percorreu o rio Amazonas a fim de levar soluções de fabricação de baixo custo

para comunidades mais afastadas dos grandes polos industriais e tecnológicos (FABFOUNDATION, 2015). Também foram realizadas atividades com crianças de escolas, em que elas ficaram “acampadas” no laboratório e tiveram que resolver um desafio de design. Essas atividades fizeram com que, em pouco tempo, as comunidades abraçassem a ideia do laboratório e passaram, assim, a procura-lo mais do que a comunidade acadêmica.

O Iversen et. al. (2015) indicam que os Fab Labs emplacam tecnologias chamativas e de grande utilidade para indivíduos de qualquer faixa etária. Estes espaços são ambientes de fabricação digital em pequena escala que consegue, por diversos motivos, manter o preço abaixo do valor do mercado sem competir com indústrias de produção em massa (MIKHAK et. al., 2002). Os Fab Labs, como fundamento, são laboratórios mais acessíveis e disponíveis para toda a comunidade. Os autores também indicam que três avanços alcançados pela concepção do Fab Lab são: melhoria na educação de jovens; acessibilidade a produção local/pessoal; e compartilhamento de conhecimento tanto entre Fab Labs, quanto entre outras instituições e pessoas no geral. Neste contexto, há a formação da rede de Fab Labs do mundo. Além disso, todos os ambientes, ligados ao MIT, possuem diretrizes padronizadas e assim podem participar da rede¹ (FABFOUNDATION, 2015).

Para tanto, os Fab Labs possuem diretrizes que servem tanto para padronizar os serviços, quanto para facilitar as trocas entre eles e manter o alinhamento da rede e compartilhamento de conhecimentos. Essas normas são repassadas pelo próprio MIT e diferenciam os Fab Labs de outros laboratórios mais

1 A rede global de Fab Labs (*Fab Labs Network*) é uma comunidade criativa aberta que busca conectar laboratórios de diferentes localidades e inseridos em diversos contextos culturais a fim de compartilhar conhecimento em escala mundial. A rede, coordenada por Sherry Lassiter, é composta por estudantes, cientistas, engenheiros, artistas e pessoas de diversas ocupações, com qualquer idade. Alcança mais de 40 países com cerca de 200 Fab Labs registrados.

gerais e dos próprios espaços *makers*² não ligados ao MIT. Sobre as diretrizes do MIT, é possível evidenciar que existem quatro critérios criados pelo MIT. Cada Fab Lab deve:

- *Permitir acesso público ao laboratório, ao menos uma vez na semana;*
- *Assinar um termo de responsabilidade de segurança do laboratório e manutenção do ambiente em funcionamento;*
- *Compartilhar uma gama de equipamentos e processos padrões, como impressoras 3D, para que os laboratórios possam colaborar entre si internacionalmente;*
- *Participar da rede global de compartilhamento de conhecimento dos Fab Labs; (DENISCO, 2013, p. 36, tradução nossa).*

Os quatro critérios básicos, ressaltados pelo autor acima, denotam a proposta e justificam a criação dos Fab Labs de forma bastante precisa. Os quatro pilares do ambiente são acessibilidade; segurança e padronização; colaboração; e compartilhamento de conhecimentos.

2 Markerspace. Espaços onde os membros compartilham ferramentas, conhecimento, tempo e esforços para a elaboração de projetos.

3. Os Fab Labs e a Interface com a Educação

Nos anos mais recentes dos Fab Labs, segundo Blikstein e Krannich (2013), o enfoque tem se dividido entre os jovens estudantes e o empreendedorismo e estudantes de universidade. Não apenas para empreendedores ou empresas os Fab Labs vêm se configurando como espaços apropriados para as ações e educação, tanto em espaços formais quanto informais. Entretanto, os números desses ambientes com impacto e alcance nos espaços escolares ainda não são conhecidos.

Blikstein (2013) considera que esses espaços possibilitam a democratização ao acesso a tarefas que antes podiam ser realizadas apenas por especialistas e com o movimento *maker* é possível qualquer pessoa desenvolver, prototipar e testar suas próprias ideias.

O apelo aos jovens se associa principalmente ao fato de que os estudantes representam a primeira geração a nascer e crescer em convívio com tecnologias digitais – os chamados nativos digitais (PRENSKY, 2001). Segundo o mesmo autor, o interesse desses jovens, desde muito cedo, pode explicitar uma excelente forma de unir o exercício prático de atividades escolares com seus interesses pessoais e, assim, tornar a atividade de ensino-aprendizagem tão eficaz quanto interessante para os estudantes.

Neste contexto, Blikstein (2013) considera que a fabricação digital pode ser um lugar disruptivo nas escolas onde os alunos podem fazer coisas com

segurança, construir e compartilhar suas criações. O mesmo autor indica que “o fazer na educação” e assim, considera que espaços mão na massa são opções para as atividades desenvolvidas com alunos. Assim, em 2008, o projeto FabLab@ School foi criado para consolidar essa relação proveitosa entre o laboratório e as escolas. Blikstein (2013) responde ao próprio questionamento, lançado em seu artigo: Por que precisamos de Fab Labs em escolas? E sua resposta está baseada nos três pilares teóricos e pedagógicos: educação experimental; construcionismo; e pedagogia crítica.

Primeiramente, existe a **melhoria e perícia das práticas já conhecidas** pelos estudantes. Os próprios jovens trouxeram esse resultado, pois reportaram que ganharam um novo e grande interesse no trabalho “manual” que já realizavam e também pelo trabalho de seus pais. No ambiente do laboratório, os estudantes, com suas ideias, devem criar um modelo digital (design) no computador e em seguida começar o trabalho mais manual de construção e elaboração da sua ideia de forma concreta. Esses processos estão sempre permeados por matérias vistas em sala de aula, como computação e matemática.

Sobre os reflexos das atividades realizadas pelos estudantes:

Isto provou ser um importante princípio “freireano” para a concepção de experiências de fabricação digital. Ao construir baseando-se nas práticas já conhecidas dos alunos e adicionando uma camada expressiva de tecnologias. Um laboratório de fabricação digital, que funde computação e engenharia, tem o potencial para aumentar, em vez de substituir as práticas que os alunos já possuem, portanto, eles podem desenvolver e reconhecer sua própria perícia e habilidade [educação experimental], sob o que eles já confeccionaram no laboratório, em vez de adquirir uma nova identidade completamente. (BLIKSTEIN, 2013, p. 7, tradução nossa).

Dessa forma, o processo de educação experimental fica bem representado pelas atividades desenvolvidas nos laboratórios. A importância de auxiliar o aluno a desenvolver seu próprio método pessoal e maximizar suas melhores habilidades será retomada novamente no futuro.

Outro fator importante citado por Blikstein (2013) é a **aceleração de invenções e ciclos de projetos**. Muitas vezes, mesmo em criações feitas em salas de aula, os alunos esbarram na etapa da confecção, ora por falta de habilidade manual, ora por falta de equipamentos adequados para fazer o que foi planejado.

[A fabricação digital] Elimina a necessidade de destreza manual como "meio de campo" para se transformar uma ideia em produto, logo, os estudantes podem direcionar mais tempo para a etapa de projeto e planejamento, ao invés de se preocupar com problemas físicos com os materiais – e muitos outros ciclos de projetos são possíveis dentro de uma única criação. Além disso, como constantemente observei, os objetos que eram criados em impressores 3D ou cortadores à laser possuíam uma aparência mais agradável e isso aumentava muito a autoestima dos alunos. (BLIKSTEIN, 2013, p. 7, tradução nossa).

Ao final do trabalho, os estudantes não levavam para casa objetos assimétricos e cheios de cola, mas criações próprias que se assemelham a trabalhos de profissionais. Isso também ajuda o aluno a criar gosto pelo que fez e se interessar, cada vez mais, pelo trabalho que desenvolve. Também pode mostrar aos jovens, para o caso de não sucesso, que essa área não é a que ele quer seguir. Todo o tipo de ajuda aos estudantes não ocorre ao acaso, é para isso que o projeto foi criado.

Por último, existem os **projetos em longo prazo e colaboração profunda**. As práticas desenvolvidas nesses ambientes são únicas e impossíveis de serem realizadas em outros locais, como em sala de aula. Dessa forma, os estudantes unem o gosto que criam pela fabricação digital as matérias de aula.

[...] esse local, dentro das escolas, permite que os jovens se empenhem em atividades intelectuais e práticas que não seriam possíveis em outra ocasião e experimentem novas formas de trabalho colaborativo. Um projeto real de fabricação digital precisa de vários ciclos de projeto e re-projeto, não se encaixando, assim, no modelo clássico dos períodos de 50 minutos de aula. O laboratório na escola provê um espaço seguro para projetos de longo prazo e permite aos estudantes vivenciarem um processo muito particular: o fracasso. (BLIKSTEIN, 2013, p. 7 - 8, tradução nossa).

É realmente um problema quando se dedica muito tempo a um projeto de longo prazo e, ao seu final, ele não funciona por algum motivo. O processo de

lidar com o fracasso e a frustração raramente é abordado em escolas. Quem já trabalhou com qualquer tipo de projeto sabe que a possibilidade de falha é enorme e é preciso saber lidar com essa possibilidade.

Algumas emoções não são tratadas devidamente nas escolas e muitos alunos saem de lá apenas tendo sido avaliados por professores. Mas o que acontece quando o aluno precisa olhar para o seu próprio trabalho, realizado por um longo período, e se auto avaliar? Como pensa o jovem que viu dias de trabalho e empenho resultando em fracasso? A frustração é importante para a formação profissional de cada um. Sobre carreiras e empregos, todos sabem que há frustração por não ter êxito. Em ambientes profissionais isso é algo comum, mas nos espaços escolares esses desafios ainda não são devidamente trabalhados.

É possível, então, estabelecer uma conexão entre o que afirma Iversen et al., (2015) e as práticas reflexivas, apontadas por Blikstein (2013) – especificamente sobre a experiência da frustração e do fracasso – culminando na seguinte conclusão: a experiência **real** de estar trabalhando em um projeto com um resultado concreto e todas as possibilidades de falha levam o estudante à formação cultural individual.

Um professor de educação artística pode ensinar aos seus estudantes os principais movimentos e técnicas de pinturas da história, explica-los como é retratada a obra de Picasso, Goya e Velasquez. Porém, só estará dando insumo à formação cultural de seus alunos se realmente forem auxiliados, não apenas a replicar estilos, mas desenvolver seu próprio método de pintura. A educação por experiência, no caso dos Fab Labs nas escolas, pode dar suporte aos estudantes para que desenvolvam e aprimorem seus próprios meios de trabalho, de lidar com as dificuldades, de priorizar determinados processos ou de superar as falhas e driblar os obstáculos.

Também foi mencionada a mistura de diferentes matérias, como matemática e computação, na utilização do laboratório de fabricação digital. Para Blikstein (2013) essa multidisciplinaridade não se resume somente a essas áreas. Outros professores, de outras disciplinas, podem entrar no jogo de forma criativa. Um bom exemplo disso foi narrado por Blikstein (2013):

Heather, uma professora de história com muitos anos de experiência queria trazer suas quatro turmas de 8ª série para o laboratório. Ela não era uma professora que tipicamente adotaria a ideia de um laboratório de fabricação digital para a sala de aula – em uma de nossas pesquisas, ela se classificou com zero conhecimento sobre robótica, mecânica, engenharia e programação. [...] Seu objetivo principal estava dentro dos limites da disciplina de história: ela queria que seus alunos aprendessem sobre grandes personagens femininas na história americana construindo monumentos representativos a elas, usando impressoras 3D e cortadores a laser. (BLIKSTEIN, p. 13, tradução nossa).

No artigo, o mesmo autor também narra como foi à experiência e a troca de conhecimentos entre a professora de história, Heather, e o responsável pelo laboratório em quesitos de matemática. O relato ilustra muito bem a interdisciplinaridade a que o laboratório pode chegar e deixa claro que a troca é válida e funciona.

Também fica clara a diferenciação entre a forma como é utilizado o laboratório convencional de escolas e o do projeto FabLab@School:

Um laboratório típico de escola é designado para experimentação roteirizada e rígida em que os estudantes são guiados através da redescoberta de um princípio. Laboratórios de ciências das escolas são arquitetados para facilitar e otimizar esse tipo de processo. (BLIKSTEIN; KRANNICH, 2013, p. 614, tradução nossa).

Já no caso dos Fab Labs, os estudantes precisam utilizar o conhecimento de aula como um caminho lógico para alcançar um resultado desejado. Sendo esse resultado obtido por meio de trabalho prático – e não teórico –, evidencia uma prática de educação experimental.

O exercício da prática, de acordo com Iversen et. al., (2015), encoraja os estudantes a participar mais ativamente do processo de aprendizagem [ao pensar em aplicações práticas], ao invés de simplesmente seguir no modo automatizado de resolver problemas teóricos simplificados. Aliado a isso, começam a surgir novas áreas de estudo que chamam atenção de jovens alunos principalmente do ensino fundamental, como programação, animação 3D, tecnologias em geral, entre outras.

Um importante fato ligado aos Fab Labs é o incentivo a abordagem mão na massa da educação com foco em ciências, tecnologia, engenharia e matemática conhecida como STEM³. Segundo Denisco (2013) as próprias universidades reconhecem o potencial dessas áreas na educação. Entretanto, o governo americano indica que são poucos os estudantes interessados em carreiras com essas abordagens. Neste contexto, os Estados Unidos lançaram a campanha Educar para Inovar em que a ideia é conscientizar e motivar estudantes proeminentes a seguir a carreira STEM e, dessa forma, não perder talentos. Assim, os Fab Labs estão sendo utilizados como importante ferramenta para despertar a atenção e o engajamento dos estudantes impulsionando os recursos humanos em ciência e tecnologia desde a escola básica. Mikhak et. al., (2002) consideram que os Fab Labs aproximam os jovens com uma possível carreira futura. A experiência profissional, ainda enquanto estudante facilita a entrada do jovem estudante no mercado de trabalho.

Ainda sobre a educação nos Fab Labs:

[...] em resumo, a continuidade do processo de aprendizado por experiência [profissional] e uma grande quantidade de contato material, prático e intelectual com especialistas da área são fundamentais para o sucesso do Fab Labs. (MIKHAK et. al., 2002, p. 7, tradução nossa).

Além de estar mais bem preparado para iniciar sua carreira profissional, ou até mesmo para decidir se essa seria a escolha de carreira adequada para o seu futuro, a educação por experiência ajuda e muito os estudantes construir um bom currículo e, no caso dos que pretendem seguir carreira, já direcionado à área em que irão trabalhar no futuro.

Além do impacto na educação, um artigo publicado pelo Fab Lab Airedale (2015), em Kighley, indica que os Fab Labs estão causando impacto na forma como os jovens integram seu *corpus* e estão aderindo ao mercado de trabalho a partir das oportunidades vivenciadas. Assim, uma das particularidades dos Fab Labs é a aproximação do jovem estudante com as áreas de fabricação digital, design,

3 STEM do inglês: *Science, Technology, Engineering and Mathematics*.

prototipagem, modelagem e diversas outras áreas relacionadas (BLIKSTEIN, 2013).

Outro fator muito interessante é que toda essa experiência por parte dos estudantes apoia, segundo Iversen et. al. (2015), o chamado *bildung*. Trata-se de um complexo conceito alemão, corroborado para se aproximar ao máximo do termo grego *paideia*, que necessita de uma explicação mais densa pois não possui nenhuma outra palavra equivalente.

De acordo com Suarez (2005), *bildung* é traduzida genericamente como “cultura” em alguns casos, mas em diversas ocasiões, retrata algo muito mais profundo. A tradução mais comum, para que se não perca nenhuma parcela de sentido é “formação cultural”. É também possível encontrar esse conceito em escritos de grandes filósofos, como Hegel e Goethe. Sobre *bildung* aplicado ao trabalho, a autora afirma que “significa ruptura com o imediato e passagem do particular ao universal, mais ainda, elevação ao universal, conotando **aprimoramento e engrandecimento**” (SUAREZ, 2005, p. 194, grifo nosso).

4. Considerações Finais

Como reflexo do rápido avanço das tecnologias e das diversas inovações pelas quais a sociedade tem passado, os jovens estão cada vez mais autônomos. É cada vez mais fácil procurar informações por conta própria na rede mundial de computadores, e ainda mais frequente é o advento da tecnologia entre os estudantes. Os chamados “nativos digitais” por Prensky (2001) representam essa geração com grande autonomia digital.

A fim de acompanhar esses avanços, as inovações tocaram também o âmbito da educação. Os espaços de aprendizagem estão mudando: “Hoje, todos os alunos, professores e a comunidade escolar caminham para poder aprender em qualquer espaço presencial e digital” (MORAN, 2013, p. 1).

A aplicação dos projetos Fab Labs segue essa vertente e busca, por meio de processos inovadores, revolucionar a forma como o ensino é realizado nas escolas dos Estados Unidos. Os resultados das primeiras incursões dos Fab Labs nas escolas já foram animadores (BLIKSTEIN, 2013), além disso, o feedback dos alunos foi quase imediato: eles abraçaram a ideia do laboratório e ocuparam seu espaço desde o início.

Além de inovar no âmbito da educação como contexto, é possível também notar o impacto causado por essa iniciativa em professores e alunos, especificamente. Os alunos ganham muito em aprendizado, experiências pessoais, currículo, carreira profissional futura, e até mesmo em um sentido cultural próprio (IVERSEN et. al., 2015). É provável que essa experiência venha a enriquecer o futuro

profissional e escolar desses estudantes, de forma a auxiliar no cumprimento do papel-base da escola.

No caso dos professores, conforme relatado por Blikstein (2013), percebe-se que a troca de experiências e a facilidade para se ensinar interdisciplinarmente torna o processo muito mais enriquecedor, amparando os profissionais da educação.

Logo, pode-se concluir que, mesmo sendo um projeto que não visa retorno financeiro, existe um retorno de toda essa ação, medido pelo impacto social que se propõe a causar. Apesar de ainda carecer de pesquisas acerca do efeito dos Fab Labs no futuro profissional dos estudantes – talvez por conta do curto tempo de projeto –, trata-se de uma inovação em âmbito educacional que busca, entre muitos serviços oferecidos, amparar o processo de ensino-aprendizagem para com professores e alunos.

Futuras pesquisas podem ser direcionadas a essa lacuna do efeito que o projeto causou em estudantes e, para tanto, eles precisariam ser ouvidos.

Referências

BLIKSTEIN, Paulo. Digital fabrication and 'making' in education: the democratization of invention. Stanford: Stanford University, 2013.

BLIKSTEIN, Paulo; KRANNICH, Dennis. The makers' movement and FabLabs in education: experiences, technologies, and research. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTERACTION DESIGN AND CHILDREN, 12., 2013, Nova Iorque. Proceedings... Nova Iorque: Acm, 2013. p. 613 - 616. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2485884>>. Acesso em: 20 jun. 2016.

BLIKSTEIN, Paulo. Reempowering powerful ideas: designers' mission in the age of ubiquitous technology. In: CONFERENCE ON INTERACTION DESIGN AND CHILDREN, 14., 2014, Nova Iorque. Proceedings... Nova Iorque: Acm, 2014. p. 1 - 4. Disponível em: <http://delivery.acm.org/10.1145/2600000/2597649/p1-blikstein.pdf?ip=150.162.238.46&id=2597649&acc=ACTIVE%20SERVICE&key=344E943C-9DC262BB%2E6BDBE0C8DFC96E73%2E4D4702B0C3E38B35%2E4D4702B0C3E-38B35&CFID=862468957&CFTOKEN=60461876&__acm__=1478534633_f5e183af-63e974eedd1433692b0f1a0>. Acesso em: 18 jun. 2016.

DENISCO, Alison. Fab Lab: using technology to make (almost) anything. District Administration, Norwalk, p.34-37, 2013.

FAB FOUNDATION. Fab Lab Network. 2005. Disponível em: <<http://www.fabfoundation.org/>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

FAB LAB AIREDALE. The Fab Lab. 2015. Disponível em: <<http://fablabairedale.org/>>. Acesso em: 18 jun. 2016.

IVERSEN, Ole Sejer et. al. Digital fabrication in education: Expanding the research towards design and reflective practices. *International Journal Of Child-computer Interaction*, [s.l.], v. 5, p.1-2, 2015. Elsevier BV. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/289694256_Digital_fabrication_in_education_Expanding_the_research_towards_design_and_reflective_practices>. Acesso em: 19 jun. 2016.

KOTUJANSKY, Silvio et. al. Cluster de Inovação na Educação: Estratégias para a melhoria da educação e competitividade organizacional. In: Clarissa Stefani Teixeira; Ana Cristina da Silva Tavares Ehlers; Marcio Vieira de Souza. (Org.). *Educação fora da caixa: tendência para a educação no século XXI*. 1ed. Florianópolis: Bookess, 2015, v. 1, p. 33-48.

MIKHAK, Bakhtiar et. al. Fab Lab: an alternate model of ICT for development. 2002. Disponível em: <<http://cba.mit.edu/events/03.05.fablab/fablab-dyd02.pdf>>. Acesso em: 09 maio 2016.

MORAN, José Manuel. Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias. In: MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos; BEHRENS, Marilda Aparecida. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 21. ed. Campinas: Papirus, 2013. p. 27-29.

NUNES, Carolina Schmitt; et. al. In: Clarissa Stefani Teixeira; Ana Cristina da Silva Tavares Ehlers; Marcio Vieira de Souza. (Org.). *Educação fora da caixa: tendência para a educação no século XXI*. 1ed. Florianópolis: Bookess, 2015, v. 1, p. 49-60.

SMITH, Rachel Charlotte; IVERSEN, Ole Sejer; HJORTH, Mikkel. Design thinking for digital fabrication in education. *International Journal Of Child-computer Interaction*, [s.l.], v. 5, p.20-28, 2015. Elsevier BV.

SUAREZ, Rosana. Nota sobre o conceito de bildung (formação cultural). *Kriterion*, Belo Horizonte, n. 112, v. 1, p.191-198, dez. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-512X2005000200005>. Acesso em: 19 jun. 2016.